Journal of Plant Protection
Vol. 35, No. 3, Fall 2021, P. 373-387

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۸۷-۳۷۳

مقاله پژوهشی

ارزیابی شاخص‌های رقابتی و کارایی کشت مخلوط پنبه- چغندر علوفه‌ای در شرایط تداخل علف هرز

مهدی راستگو[1]*- قربانعلی اسدی[2]- عبدالله درپور سرخ سرایی[3]- سلمان رحیمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر شاخص‌های رقابتی و کارایی کشت مخلوط پنبه-چغندر علوفه‌ای در شرایط تداخل علف‌های هرز، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارها شامل الگوی کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای در دو سطح کشت مخلوط بین ردیفی و کشت مخلوط درون ردیفی و نسبت کشت مخلوط در پنج سطح شامل ۷۵: ۲۵، ۵۰: ۵۰، ۲۵: ۷۵ و کشت خالص دو گیاه پنبه و چغندر علوفه‌ای به‌عنوان عامل اصلی و تداخل علف‌های هرز در دو سطح شامل وجین و عدم وجین تمام فصل علف هرز به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر الگوی کشت مخلوط و برهمکنش الگوی کشت و نسبت‌های کاشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای بر تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز معنی‌دار نبود، اما اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای بر وزن خشک کل علف‌های هرز معنی‌دار بود. در نسبت کشت ۲۵: ۷۵ از پنبه–چغندر علوفه‌ای، وزن خشک علف‌های هرز پایین‌تر از سایر نسبت‌های اختلاط بود. در شرایط تداخل و یا عدم تداخل علف‌های هرز، حداقل ۵۰ درصد کاهش در عملکرد وش پنبه و ۸۳ درصد کاهش در عملکرد ریشه چغندر علوفه‌ای در شرایط کشت مخلوط، در مقایسه با کشت خالص هر یک از گیاهان مشاهده شد. دو شاخص نسبت برابری زمین و کاهش عملکرد واقعی نشان‌دهنده برتری کشت خالص پنبه نسبت به کشت مخلوط بود، ولی شاخص مجموع ارزش نسبی بیان‌کننده برتری کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای نسبت به کشت خالص پنبه بود. به‌طوری‌که کاشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای با نسبت ۷۵:۲۵ موجب شد در شرایط حضور و عدم حضور علف هرز مجموع ارزش نسبی به‌ترتیب ۲/۵ و ۸/۶ برابر کشت خالص پنبه افزایش یابد. شاخص‌های رقابتی شامل ضریب ازدحام نسبی، نسبت رقابت و شاخص غالبیت نشان دادند که چغندر علوفه‌ای نسبت به پنبه از قدرت رقابتی بالاتری برخوردار بود. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای به‌صورت جانشینی، فقط از نظر یکی از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط (مجموع ارزش نسبی) مناسب بود و درمجموع قابل توصیه نیست.

واژه‌های کلیدی: سری‌های جانشینی، عملکرد وش، مجموع ارزش نسبی

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یکی از محصولات زراعی مهم در منطقه خراسان به شمار می‌آید که درمجموع با داشتن ۳۷ هزار هکتار سطح زیر کشت، ۵۰ درصد از کل سطح زیر کشت پنبه کشور را به خود اختصاص داده‌اند (۱). طولانی بودن دوره رشد پنبه که حدود هفت ماه به طول می‌انجامد و سرعت رشد پایین و سایه‌اندازی بسیار ضعیف در ابتدای رشد دستیابی به عملکرد بهینه آن را به علت تداخل طولانی علف‌های هرز با چالش جدی مواجه می‌کند (۲ و ۵).

کنترل شیمیایی و مکانیکی دو گزینه اصلی در مدیریت علف‌های هرز مزارع پنبه جهان و کشور به شمار می‌آیند (۸). بااین‌وجود در ایران تنها هفت علف‌کش توصیه‌شده برای مزارع پنبه در دسترس هست (۳۸). معمولاً کاربرد یکی از آن‌ها به‌تنهایی نمی‌تواند مؤثر واقع شود و جهت کنترل مناسب باید یک علف‌کش پیش رویشی همراه با حداقل یک‌مرتبه پاشش علف‌کش پس رویشی بکار برده شود (۲۹ و ۳۱). همچنین کاربرد ادوات مکانیکی همچون کولتیواتور برای کنترل علف‌های هرز به‌تنهایی و یا یک‌مرتبه در دوره رشد پنبه مؤثر نبوده و نیاز به کاربرد حداقل دو مرتبه از آن‌ها در طول فصل رشد هست (۴ و ۳۱)، که با داشتن این شرایط نیز علف‌های هرز روی پشته‌ها از بین نمی‌روند و صدماتی نیز به ساختار خاک وارد می‌شود.

۱، ۲ و ۳، ۴- به‌ترتیب دانشیاران و دانشجویان دکتری علوم علف‌های هرز، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.rastgoo@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/JPP.2021.32834.0

کشت مخلوط به‌عنوان یکی از ابزارهای مدیریت زراعی علف‌های هرز مطرح است، که از مهم‌ترین اهداف آن افزایش آگاهانه تنوع سیستم زراعی در جهت کاهش خسارت عوامل زنده آسیب‌رسان مانند علف‌های هرز هست (۱۱ و ۲۷). در کشت‌های مخلوط به‌واسطه حضور حداقل دو گیاه زارعی، دسترسی به منابع و فضا برای علف‌های هرز محدود می‌گردد (۱۳، ۱۹ و ۳۵).

پنبه به‌واسطه کاستی‌هایی که در رقابت با علف‌های هرز دارد به کشت مخلوط با اکثر گیاهان زراعی پاسخ مثبت نشان می‌دهد (۱۶ و ۳۳). در هندوستان، چین و آمریکا به‌عنوان سه کشور برتر جهان در تولید پنبه (۱۰)، آن را به‌صورت مخلوط با بسیاری از گیاهان زراعی مانند غلات پاییزه، برنج (*Oryza sativa* L.)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و سویا (*Glycine max* L.) کشت می‌کنند که به دلیل کنترل بهتر آفات پنبه و مجموع درآمد و ارزش نسبی بیشتر نسبت به کشت خالص پنبه رو به گسترش است (۱۵، ۳۶ و ۳۹). کاندرو و همکاران (۱۷) نتیجه گرفتند که کشت مخلوط دو گیاه زراعی آللوپاتیک سورگوم و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) با پنبه، موجب کنترل علف‌های هرز تا ۶۲ درصد و افزایش ۲۲ درصدی عملکرد دانه پنبه شد.

در سال‌های اخیر، پنبه‌کاران بومی منطقه خراسان، به‌ویژه در منطقه تربت‌جام، با استفاده از رهیافت کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* L.)، از مزایایی مانند رویش بهتر گیاه چغندر علوفه‌ای، تأمین علوفه برای دام و نیز افزایش درآمد بهره‌مند شده‌اند. در این شرایط، قرار گرفتن بوته‌های چغندر علوفه‌ای در بین و یا داخل ردیف‌های کشت پنبه موجب تسریع در تسخیر فضا و منابع نسبت به کشت خالص پنبه می‌شود که می‌تواند زمینه‌ساز برتری رقابتی اجزای کشت مخلوط بر جامعه علف‌های هرز شود. در رابطه با کشت مخلوط پنبه – چغندر علوفه‌ای و تأثیرات آن بر عملکرد هر دو گیاه و نیز پتانسیل این سیستم زراعی در کنترل علف‌های هرز، اطلاعات کمی در دسترس هست. بنابراین این آزمایش باهدف ارزیابی تأثیر کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای بر کنترل علف‌های هرز و ارزیابی شاخص‌های رقابتی و سودمندی بین دو گیاه در منطقه مشهد، طراحی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با مختصات طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

اطلاعات هواشناسی در طول دوره رشد پنبه و چغندر علوفه‌ای در سال ۱۳۹۳ از ایستگاه سینوپتیک مشهد تهیه شد (شکل ۱).

آزمایش به‌صورت فاکتوریل خردشده[1] در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل الگوی کشت مخلوط در دو سطح کشت مخلوط بین ردیفی و کشت مخلوط درون ردیفی و نسبت کشت مخلوط جانشینی پنبه–چغندر علوفه‌ای در پنج سطح شامل ۷۵: ۲۵، ۵۰: ۵۰، ۲۵: ۷۵ و کشت خالص دو گیاه پنبه و چغندر علوفه‌ای به‌عنوان عامل اصلی و تداخل علف‌های هرز در دو سطح شامل وجین و عدم وجین تمام فصل علف هرز به‌عنوان عامل فرعی بودند. هر کرت آزمایشی با ابعاد ۸×۲ متر شامل ۴ ردیف کاشت با فواصل ۵۰ سانتی‌متر بود که به دو قسمت تقسیم شد. در یک قسمت کنترل کامل علف‌های هرز صورت گرفت و در قسمت دیگر تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی در تمام فصل وجود داشت.

زمین آزمایشی در سال زراعی قبل به‌صورت آیش بود. عملیات تسطیح و آماده‌سازی زمین یک ماه پیش از اجرای آزمایش صورت گرفت. هم‌زمان با دیسک کود گاوی پوسیده به مقدار ۴۵ تن در هکتار به زمین داده شد. کشت پنبه (رقم خرداد تهیه‌شده از مرکز تحقیقات کشاورزی استان خراسان رضوی) و چغندر علوفه‌ای (توده محلی تربت‌جام) در ۱۵ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳ و به‌صورت دستی انجام شد

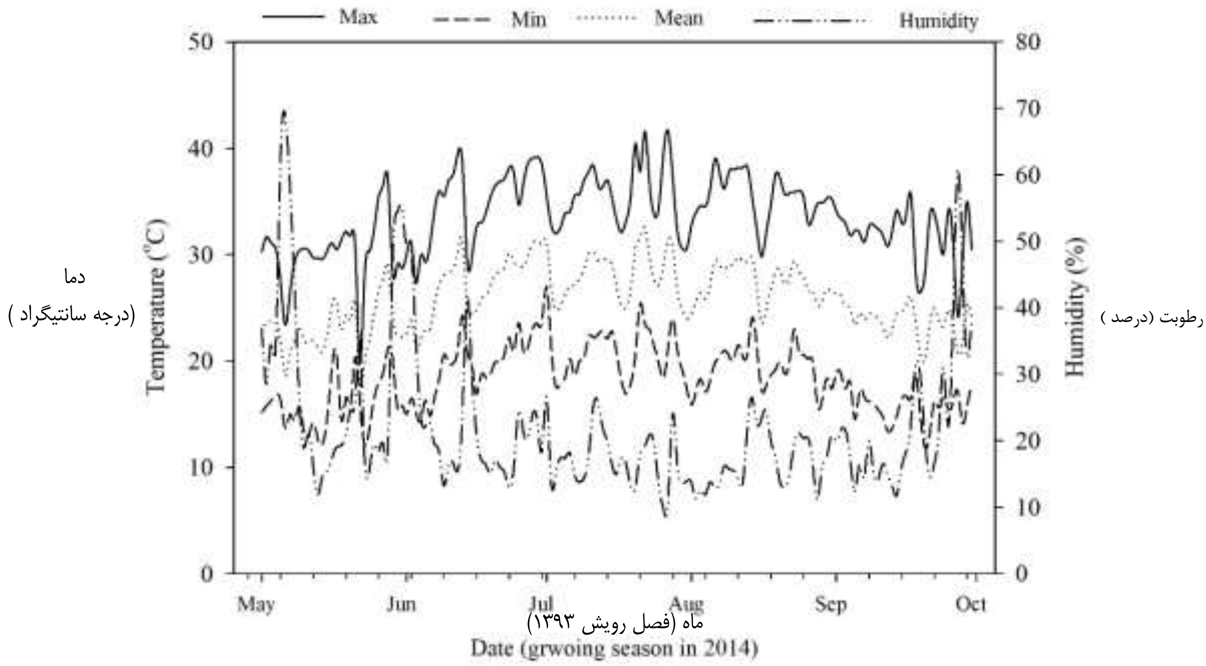
بذر هر دو گیاه در عمق ۴ سانتی‌متری قرار داده شد. ۱۵ روز پس از کاشت به علت عدم یکنواختی در سبز شدن چغندر علوفه‌ای، عملیات واکاری انجام شد. الگوی سری‌های جانشینی با رعایت فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و تراکم کل ۸ بوته در متر مربع بود. فاصله بین کرت‌های آزمایشی یک متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر بود. در الگوی کشت مخلوط بین ردیفی جهت حصول نسبت‌های اختلاط دو گیاه از کاشت یک ردیف در میان پنبه و چغندر علوفه‌ای برای نسبت ۵۰:۵۰ و ۳ ردیف پنبه و یک ردیف چغندر علوفه‌ای و بالعکس برای نسبت‌های ۲۵:۷۵ و ۷۵:۲۵ استفاده شد. در الگوی کشت مخلوط درون ردیفی، بر روی هرکدام از ردیف‌های کاشت کرت‌های آزمایشی، نسبت دو گونه رعایت شد.

در طول دوره رشد دو گیاه، با این هدف که پایداری نظام کشت مخلوط حفظ شود، هیچ‌گونه عملیات کوددهی صورت نگرفت و تنها به همان میزان ۴۵ تن در هکتار کود گاوی پوسیده اکتفا شد. آبیاری به‌صورت نشتی و بر اساس نیاز آبی دو گیاه هفته‌ای یک‌بار و یک ماه پیش از برداشت به دو هفته یک‌بار کاهش یافت. به علت خشکی بسیار هوا در تیر و مردادماه، برخی اوقات فاصله آبیاری به ۴ روز کاهش می‌یافت.

1- Factorial split-plot experiment

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش
Table 1- Soil chemical properties of the experiment site

بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل‌دسترس Available P (ppm)	پتاسیم قابل‌دسترس Available K (ppm)	ماده آلی Organic matter (%)	pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)
سیلتی رسی لومی Silty clay loam	0.0279	1.5	213	0.241	7.13	2.156



شکل ۱- درجه حرارت (کمینه، بیشینه و میانگین) و درصد رطوبت هوا در طول دوره رشد پنبه و چغندر علوفه‌ای در سال ۱۳۹۳
Figure 1- Daily temperature (minimum, maximum, and mean) and air humidity percentage in cotton and fodder beet growing period at 2014 experiment

در انتهای فصل رشد و در زمان رسیدگی پنبه و چغندر علوفه‌ای، بوته‌های موجود از سطح یک کادر به مساحت یک متر مربع جمع‌آوری و عملکرد و اجزای عملکرد آن‌ها در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. برداشت پنبه هم‌زمان با شکوفایی بیش از ۷۵ درصد غوزه‌ها و رطوبت حدود ۱۲ درصدی وش پنبه در ۱۰ مهر و برداشت چغندر علوفه‌ای هم‌زمان با پایان فصل رویش گیاه و زرد شدن و افتادگی برگ‌های گیاه در اول آبان ماه انجام شد. برای چغندر علوفه‌ای عملکرد ریشه و زیست‌توده کل و برای پنبه زیست‌توده کل، تعداد غوزه و عملکرد وش در واحد سطح اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در همان کادر، تمامی علف‌های هرز شمارش، جمع‌آوری و به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس توزین شدند.

سودمندی کشت مخلوط و اثرات رقابتی بین پنبه و چغندر علوفه‌ای با استفاده از شاخص‌های مختلف ارزیابی شد. نسبت برابری زمین[1] (LER) به‌عنوان کاربردی‌ترین معیار سودمندی کشت مخلوط در استفاده از منابع محیطی مطرح است که بیان‌کننده مقدار مساحت موردنیاز زمین برای کشت خالص دو گونه در مقایسه با کشت مخلوط آن‌ها جهت حصول عملکرد برابر هست (۲۳).

معادله (۱) $$LER_B = \left(\frac{Y_{bb}}{Y_{ba}}\right) \qquad LER_C = \left(\frac{Y_{cb}}{Y_{ca}}\right)$$

$$LER = LER_C + LER_B$$

1- Land Equivalent Ratio

در معادلـه (۱) Y_{cb} و Y_{ca} عملکـرد اقتصـادی پنبـه در کشـت مخلوط و خالص، Y_{bb} و Y_{ba} عملکرد اقتصادی چغندر علوفـه‌ای در کشت مخلوط و خالص، LER_C و LER_B به ترتیـب نسـبت برابـری زمین جزئی برای پنبه و چغندر علوفه‌ای و LER نسبت برابری زمـین کل هست. مقادیر برابر با یک، بزرگ‌تر از یـک و کوچـک‌تـر از یـک برای این شاخص به ترتیب بیان‌کننده عدم اختلاف بین کشت خالص و مخلوط، برتری کشت مخلوط نسـبت بـه خـالص و برتـری کشـت خالص نسبت به مخلوط هست. کاهش یـا افـزایش عملکـرد واقعـی[1] (AYL)، دیگر شاخص سـودمندی مورداسـتفاده در ایـن آزمـایش بـا استفاده از معادله (۲) برآورد شد (۳).

معادله (۲)

$$AYL_C = \{LER_C \times (\frac{100}{Z_{cb}})\} - 1 \qquad AYL_B = \{LER_B \times (\frac{100}{Z_{bb}})\} - 1$$

$$LER = AYL_C + AYL_B$$

در معادلـه (۲) Z_{cb} و Z_{bb} بـه ترتیـب نسـبت پنبـه و چغنـدر علوفـه‌ای در کشـت مخلـوط، AYL_C و AYL_B بـه ترتیـب کـاهش عملکرد واقعی جزئی برای پنبـه و چغنـدر علوفـه‌ای و AYL کـاهش عملکرد واقعی کل هست. مقدار مثبت یـا منفـی عملکـرد واقعـی بـه ترتیب نشان‌دهنده سودمندی و زیان عملکرد کشت مخلوط نسبت بـه کشت خالص هست. مجموع ارزش نسبی[2] (RVT) به‌عنوان شـاخص سودمندی اقتصادی با استفاده از معادله (۳) برآورد شد (۳۴).

معادله (۳)

$$RVT_C = \left(\frac{P_c \times Y_{cb} + P_b \times Y_{bb}}{P_c \times Y_{ca}}\right)$$

در معادله (۳) RVT_C ارزش نسبی کشت مخلوط نسبت به کشـت خالص پنبه و P_c و P_b به ترتیب نشان‌دهنده قیمت هـر کیلـوگرم از محصول که برای پنبه ۴۸۷۶۰ ریال و بـرای چغنـدر علوفـه‌ای ۵۰۲۰ ریال در نظر گرفته شـد. مقـادیر بـالاتر از یـک بـرای ایـن شـاخص نشان‌دهنده سودمندی اقتصـادی کشـت مخلـوط و مقـادیر پـایین‌تـر نشان‌دهنده عدم سودمندی اقتصادی در کشت مخلوط هست. به علت اصلی بودن کشت پنبه در ایـن آزمـایش، مجمـوع ارزش نسـبی تنهـا برای این گیاه بـرآورد گردیـد. سـه شـاخص ضـریب ازدحـام نسـبی[3] (RCC)، نسـبت رقابـت[4] (CR) و شـاخص غالبیـت[5] (A) بـه‌عنـوان شاخص‌های رقابتی در این مطالعه مورداستفاده قـرار گرفتنـد. ضـریب ازدحام نسبی که با K نیز نشان داده می‌شود با اسـتفاده از معادلـه (۴) برآورد شد (۷).

معادله (۴)

$$K_C = \left(\frac{Y_{cb} \times Z_{bb}}{Y_{ca} - Y_{cb} Z_{cb}}\right) \qquad K_B = \left(\frac{Y_{bb} \times Z_{cb}}{Y_{ba} - Y_{bb} Z_{bb}}\right)$$

$$K = K_C \times K_B$$

در معادله (۴) K_C و K_B به ترتیب ضریب ازدحام نسـبی پنبـه و چغندر علوفه‌ای هست. مقـدار بـالاتر از یـک بـرای K نشـان‌دهنـده بیشترین کارایی مصرف منابع در کشت مخلوط و در نتیجه سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشـت خـالص اسـت، مقـدار برابـر بـا یـک نشان‌دهنده عدم تفاوت کشت مخلوط و خالص و مقدار کمتـر از یـک نشان‌دهنده کارایی کم در مصرف منابع در کشت مخلـوط نسـبت بـه کشت خالص و در نتیجه عدم سودمندی کشت مخلوط است (۷).

نسبت رقابت برای پنبه و چغندر علوفه‌ای با استفاده از معادلـه (۵) برآورد گردید (۷).

معادله (۵)

$$CR_C = \left(\frac{LER_C}{LER_B} \times \frac{Z_{bb}}{Z_{cb}}\right) \qquad CR_B = \left(\frac{LER_B}{LER_C} \times \frac{Z_{cb}}{Z_{bb}}\right)$$

در معادله (۵۴) CR_C و CR_B به ترتیـب نسـبت رقابـت پنبـه و چغندر علوفه‌ای هست. مقادیر بزرگ‌تر نسبت رقابت بـرای یـک‌گونـه نسبت به دیگری، نشان‌دهنده رقابت‌پـذیری بیشـتر آن گونـه هسـت. برای تعیین شاخص غالبیت از معادله (۶) استفاده شد (۷).

معادله (۶)

$$A = \left(\frac{Y_{cb}}{Y_{ca} \times Z_{cb}}\right) - \left(\frac{Y_{bb}}{Y_{ba} \times Z_{bb}}\right)$$

مقدار مثبت شاخص غالبیت نشـان‌دهنـده غالبیـت پنبـه و مقـدار منفی آن نشان‌دهنده غالبیت چغندر علوفه‌ای در کشت مخلوط هست. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از مـدل‌هـای خطـی تعمـیم‌یافتـه از طریق رویه GLMMIX در محیط نرم‌افزار SAS 9.4 انجام پـذیرفت (۲۰). تأثیر سه فاکتور الگوی کشت مخلوط، نسبت اخـتلاط و تـداخل علف‌های هرز و برهمکنش آن‌ها با یکدیگر به‌عنـوان اثـرات ثابـت و تأثیر بلوک و بلوک× الگوی کشت مخلوط× نسبت اخـتلاط و خطـای کل به‌عنوان متغیرهای تصادفی در مدل در نظر گرفته شدند. مقایسـه میانگین‌ها اثرات ساده فاکتورها و برهمکنش آن‌ها با اسـتفاده از روش مقایسه میانگین‌های حداقل مربعات در همین رویه انجام شد.

نتایج و بحث

مهم‌تـرین علـف‌هـای هـرز ثبـت‌شـده در مزرعـه مـورد بررسـی تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاجریزی سـیاه (*Solanum nigrum* L.)، سلمه تـره (*Chenopodium album* L.)، تـوق (*Xanthium strumarium* L.)، پیچـک (*Convolvulus arvensis* L.)، گـاو پنبـه (*Abutilon theophrasti* Medik.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) بودند. در این آزمایش، اثـر الگـوی کشـت مخلـوط و بـرهمکنش الگـوی کشـت و

1- Actual Yield Loss
2- Relative Value Total
3- Relative Crowding Coefficient
4- Competitive Ratio
5- Aggressivity

نسبت‌های کاشت مخلـوط پنبـه–چغنـدر علوفـه‌ای بـر تـراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز معنی‌دار نبود، اما اثر نسـبت‌هـای مختلـف کشت مخلوط پنبه – چغندر علوفه‌ای بر وزن خشک کـل علـف‌هـای هرز معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$)(جدول تجزیه واریانس نشان داده نشـده است). بر این اساس در نسبت کشت ۲۵: ۷۵ از پنبه– چغندر علوفه‌ای، وزن خشک علف‌های هرز پایین‌تر از سایر نسـبت‌هـای اخـتلاط بـود، بطوریکه در مقایسه با کشت خالص پنبه، حدود ۳۳ درصد و نسبت بـه کشت خالص چغندر علوفه ای نیز ۲۷ درصد کاهش داشت که البته با کشت خاصل چغندر علوفه ای تفاوت معنی داری هم نداشت (جـدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز و تلفات عملکرد پنبه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط با چغندر علوفه‌ای

Table 2- Mean comparison of total weed density, total weed dry weight and cotton yield loss in different intercropping proportions with fodder beet

نسبت کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای Cotton-Fodder beet intercropping proportion (%)	تراکم علف‌های هرز Weed density (plants m^{-2})	وزن خشک علف‌های هرز Weed dry weight (g m^{-2})	تلفات عملکرد Cotton yield loss (%)
100:0	65 (43)^{a}	864 (146)^{a}	94.4 (1.7)^{a}
75:25	46 (40)^{a}	811 (168)^{a}	94.6 (0.89)^{a}
50:50	56 (37)^{a}	838 (170)^{a}	95.1 (1.6)^{a}
25: 75	31 (21)^{a}	576 (232)^{b}	93.2 (2.6)^{a}
0:100	42 (19)^{a}	791 (225)^{ab}	-

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشند.

Values in columns with the same letter are not significantly different

Values in parentheses are standard deviation.

کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر اسـتفاده از نظام‌های کشت مخلوط در بسیاری از مطالعات گزارش شده است. از جمله مهنی و همکاران (۲۴) نشان دادند که کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاهدانه و ۷۵ درصد شنبلیله به طور معنی‌داری تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز را نسبت به کشت خالص هر یک از گیاهان کاهش داد. بر اساس نتایج ایـن محققـین کـاهش عملکـرد ناشـی از حضـور علف‌های هرز در کشت خالص شنبلیله حدود ۸۷ درصد بود حال آنکه این کاهش عملکرد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط دو گیـاه ۲۵ تا ۳۵ درصد بود.

فتح الله زاده دیزجـی و میرشـکاری (۹) نیـز در بررسـی کشـت مخلوط ماش و همیشه بهار بیـان کردنـد کـه بیشـترین وزن خشـک علف‌های هرز در نسبت‌های پایین کشت مخلوط ماش با همیشه بهار ایجاد شد و افزایش نسبت کاشت ماش در همیشه بهار به شکل قابـل توجهی منجر به کـاهش وزن خشـک کـل علـف‌هـای هـرز شـد. در پژوهشی دیگر نیز مشخص شد بیشترین ماده خشک علف‌های هـرز با ۷۴۲ گرم در مترمربع به کشت لوبیای خالص و کمترین آن بـا ۲۵۳ گرم در متر مربع در تیمار ۱۰۰ درصد ذرت و ۲۰ درصد لوبیـا حاصـل شد، که بیانگر تأثیر معنی‌دار کشت مخلـوط بـر کـاهش وزن خشـک علف های هرز بـود (۲۲). منصـوری و همکـاران (۲۱) نیـز گـزارش کردند که در کشت مخلوط ذرت–لوبیا، تیمار کشت مخلـوط افزایشـی ۸۰ درصـد لوبیـا منجـر بـه ۷۰ درصـد کـاهش در وزن خشـک کـل علف‌های هرز نسبت به کشت خالص لوبیا شد.

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد کـه اثـر الگـوی کشـت مخلوط و برهمکنش آن با سایر متغیرهای آزمایشی، بـر هـیچ‌کـدام از صفات عملکردی پنبه و چغندر علوفه‌ای معنی‌دار نبود، اما اثـر نسـبت اخـتلاط آن‌هـا در کشـت مخلـوط و اثـر تـداخل علـف‌هـای هـرز و برهمکنش آن‌ها بر صفات عملکردی پنبه و چغندر علوفه‌ای معنـی‌دار بود (جدول ۳).

بر اساس نتایج آزمـایش، در شـرایط عـاری از علـف‌هـای هـرز، بیشترین تعداد غوزه پنبه در کشت خالص آن با ۱۴۶ غوزه در مترمربع بدست آمد و همزمان با کاهش نسبت پنبه در کشـت مخلـوط، تعـداد غوزه در مترمربع کاهش یافت که مقـدار ایـن کـاهش در نسـبت ۲۵ درصد پنبه، ۸۵ درصد بود. در شرایط آلوده به علف‌های هـرز و بطـور مشابه این مقدار کاهش در تعداد غوزه نسبت به کشـت خـالص پنبـه، ۷۸ درصد بود.

در کشت خالص پنبه بدون تداخل علف‌های هـرز، عملکـرد وش برابر ۴۳۹۰ کیلوگرم در هکتار بود و در شرایط تداخل علف‌هـای هـرز کشت خالص پنبه با افت ۹۴/۵ درصدی در عملکرد وش مواجـه شـد (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد پنبه و چغندر علوفه‌ای در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تحت تأثیر الگوی کشت مخلوط و تداخل علف‌های هرز

Table 3- Results of analysis of variance of yield and yield components of cotton and fodder beet in different proportion of intercropping under the influence of planting pattern and weed interference

اثر / متغیر Effect/Variables		تعداد غوزه پنبه NB		عملکرد وش پنبه CLY		عملکرد بیولوژیک پنبه BYC		عملکرد ریشه چغندر علوفه‌ای RYB		عملکرد بیولوژیک چغندر علوفه‌ای BYB	
اثرات ثابت Fixed effects	درجه آزادی Df	درصد از کل واریانس تیمار PTV†	احتمال معنی‌داری *P* value	درصد از کل واریانس تیمار PTV	احتمال معنی‌داری *P* value	درصد از کل واریانس تیمار PTV	احتمال معنی‌داری *P* value	درصد از کل واریانس تیمار PTV	احتمال معنی‌داری *P* value	درصد از کل واریانس تیمار PTV	احتمال معنی‌داری *P* value
الگوی کشت مخلوط Intercropping Pattern (IP)	1	0.003	0.8199	0.013	0.4924	0.0001	0.9831	0.014	0.4431	0.001	0.8697
نسبت کشت مخلوط Intercropping Proportion (IP)	4	45.1	**<.0001**	62.8	**<.0001**	75.7	**<.0001**	74.2	**<.0001**	76.5	**<.0001**
نسبت کشت ×الگوی کشت مخلوط مخلوط IP×IR	4	0.04	0.939	0.03	0.9021	0.005	0.991	0.1	0.6444	0.1	0.8065
تداخل علف‌های هرز Weed Interference (WI)	1	39.3	**<.0001**	28.2	**<.0001**	18.5	**<.0001**	19.5	**<.0001**	17.4	**<.0001**
الگوی کشت مخلوط × تداخل علف‌های هرز IP×WI	1	0.001	0.8727	0.02	0.4079	0.0001	0.9189	0.045	0.1675	0.1	0.1474
نسبت کشت مخلوط × تداخل علف‌های هرز IR×WI	4	13.2	**<.0001**	7.7	**<.0001**	4.9	**<.0001**	5.2	**<.0001**	4.7	**<.0001**
الگوی کشت مخلوط × نسبت کشت مخلوط × تداخل علف‌های هرز IP×IR×WI	4	0.4	0.1458	0.2	0.1998	0.1	0.2216	0.04	0.7794	0.1	0.7333
اثرات تصادفی **Random effects**		تخمین واریانس Variance estimate†									
بلوک Block (B)		0.00007		0.00004		NE		NE		NE	
بلوک×الگوی کشت مخلوط × نسبت کشت مخلوط B×IP×IR		NE		0.00004		0.0001		NE		0.0002	
خطا Error		0.005		0.013		0.011		0.005		0.008	
ضریب تغییرات (٪) C.V.		4.9		4.2		5.3		2.1		2.1	

داده‌های برای همه متغیرها تبدیل شد

درصد از کل واریانس تیمار

اعداد سیاه نشان‌دهنده اثر معنی‌دار می‌باشند

NE : غیرقابل تخمین

Data were transformed for all variables

†Percentage of total explained treatment variation

Bold numbers show significant effect

NE: non estimated; NB: number of bolls, LYC: lint yield of cotton, BYC: biological yield of cotton, RYB: root yield of fodder beet, BYB: biological yield of fodder beet

همچنین در شرایط عاری از علف های هرز، کاهش نسبت پنبه به سطح ۲۵ درصد در کشت مخلوط، منجر به کاهش ۹۶ درصد عملکرد وش پنبه نسبت به کشت خالص آن شد و این درصد کاهش در کمترین نسبت اختلاط (۲۵ درصد) در شرایط آلوده به علف های هرز، ۹۵ درصد بود (جدول ۴). با توجه به اینکه تعداد غوزه در واحد سطح مهم‌ترین جزء تعیین کننده عملکرد وش در گیاه پنبه می‌باشد، لذا یکی از دلایل کاهش عملکرد وش در نسبت‌های مختلف کاشت مخلوط در شرایط عاری از علف‌هرز و آلوده به علف‌هرز کاهش تعداد غوزه در واحد سطح می‌باشد (جدول ۴). کوچکی و همکاران (۱۸) نشان دادند که در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز، کشت مخلوط ردیفی ذرت و پنبه به نسبت ۵۰:۵۰ درصد از تراکم کل، موجب کاهش ۵۰ درصدی در عملکرد وش پنبه نسبت به کشت خالص آن شد. ژانگ و همکاران (۳۹) مشاهده کردند که در کشت مخلوط تأخیری گندم–پنبه، عملکرد وش پنبه بین ۵۴ تا ۶۹ درصد نسبت به کشت خالص آن کاهش یافت.

همچنین بر اساس نتایج آزمایش، تداخل علف‌های هرز در مقایسه با شرایط عدم تداخل منجر به ۹۳/۱ درصد کاهش در عملکرد بیولوژیک پنبه در واحد سطح شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد غوزه، عملکرد وش و عملکرد بیولوژیک پنبه در نسبت‌های مختلف اختلاط با چغندر علوفه‌ای تحت تأثیر تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز

Table 4- Mean comparison of number of bolls, lint yield and biological yield of cotton in different proportion of intercropping with fodder beet under the interference and non-interference of weeds

تداخل علف‌هرز Weed interference	نسبت کشت مخلوط Intercropping proportion (%)†	تعداد غوزه Number of bolls (m^{-2})	عملکرد وش Lint yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})
عاری از علف‌هرز Weed free	100	146 (13)^{a}	4390 (402)^{a}	12478 (1629)^{a}
	75	96 (12)^{b}	2152 (271)^{b}	5866 (613)^{b}
	50	54 (12)^{c}	812 (179)^{c}	2105 (513)^{c}
	25	21 (7)^{d}	157 (52)^{d}	390 (119)^{e}
آلوده به علف‌هرز Weed infested	100	14 (6)^{de}[90%]	239 (70)^{d}[94%]	860 (70)^{d}[93%]
	75	9 (3)^{ef}[90%]	115 (30)^{d}[94%]	393 (30)^{e}[93%]
	50	5 (2)^{fg}[90%]	39 (18)^{e}[95%]	149 (18)^{f}[92%]
	25	3 (1)^{g}[85%]	10 (5)^{f}[93%]	39.6 (5.6)^{g}[89%]

درصد مختلف تراکم پنبه از تراکم کل در سطح

اعداد داخل ستون‌ها با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار هستند.

اعداد داخل کروشه درصد کاهش نسبت به تیمار مشابه در شرایط عاری از علف هرز است.

† Different percentage of cotton density of total density in area

Values in columns with the same letter are not significantly different

Values in parentheses are standard deviation

Values in brackets are reduction percentage respect to same treatment in weed free condition

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با کاهش نسبت گیاه پنبه در کشت مخلوط، عملکرد بیولوژیک پنبه در شرایط تداخل و عدم تداخل علف های هرز نسبت به کشت خالص پنبه به ترتیب ۹۵ و ۹۶ درصد کاهش یافت (جدول ۴). با توجه به اینکه عملکرد بیولوژیک پنبه متاثر از تعداد غوزه در واحد سطح و عملکرد وش می باشد، در نتیجه نتایج مربوط به تاثیر نسبت کشت مخلوط بر صفات عملکردی پنبه، بسیار به هم نزدیک بود (جدول ۴).

بر این اساس کاهش همزمان تعداد غوزه در واحد سطح و نیز عملکرد وشَ پنبه سبب کاهش در عملکرد بیولوژیک شده است. نکته قابل توجه دیگر اینکه بجز در مورد صفت عملکرد وش، در صفات تعداد غوزه در واحد سطح و نیز عملکرد بیولوژیک همزمان با کاهش نسبت گیاه پنبه در مخلوط و یا به عبارت دیگر همزمان با افزایش نسبت چغندر علوفه ای در کشت مخلوط، درصد کاهش عملکرد در مقایسه با شرایط عاری از علف های هرز، یک روند کاهشی نشان داد، که نشان از ضعف گیاه پنبه در مقایسه با چغندر علوفه ای در شرایط رقابت با علف های هرز است (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که عملکرد ریشه چغندر علوفه‌ای در شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز کاهش یافت. به طوری که در کشت خالص چغندر علوفه‌ای و در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز، عملکرد ریشه حدود ۱۶۲ تن در هکتار بود که نسبت به شرایط تداخل علف هرز ۸۳/۷ درصد کاهش نشان داد. در شرایط عاری از علف های هرز، عملکرد ریشه چغندر علوفه‌ای در نسبت کاشت ۲۵ درصد، در مقایسه با کشت خالص آن، ۹۱ درصد و در شرایط آلوده به علف‌های هرز، نیز ۹۲ درصد کاهش یافت (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد ریشه و عملکرد بیولوژیک چغندر علوفه‌ای در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط با پنبه تحت تأثیر تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز

Table 5- Mean comparison of root yield and biological yield of fodder beet in different proportion of intercropping with cotton under the interference and non-interference of weeds

تداخل علف‌هرز Weed interference	نسبت کشت مخلوط Intercropping proportion (%)†	عملکرد ریشه Root yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})
عاری از علف‌هرز Weed free	100	162083 (37253)^{a}	195433 (54502)^{a}
	75	102025 (11488)^{b}	124509 (13210)^{ab}
	50	61433 (7198)^{c}	82042 (13710)^{b}
	25	14281 (1645)^{e}	18557 (2924)^{d}
آلوده به علف‌هرز Weed infested	100	26400 (2123)^{d}[83%]	36250 (449)^{c}[81%]
	75	19359 (3218)^{de}[81%]	25978 (4691)^{cd}[79%]
	50	7644 (2661)^{f}[87%]	10118 (4461)^{e}[87%]
	25	2021 (744)^{g}[85%]	2789 (802)^{f}[84%]

درصد مختلف تراکم پنبه از تراکم کل در سطح

اعداد داخل ستون‌ها با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار هستند.

اعداد داخل کروشه درصد کاهش نسبت به تیمار مشابه در شرایط عاری از علف هرز است.

† Different percentage of cotton density of total density in area

Values in columns with the same letter are not significantly different

Values in parentheses are standard deviation

Values in brackets are reduction percentage respect to same treatment in weed free condition

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با کاهش نسبت چغندر علوفه‌ای در کشت مخلوط، عملکرد بیولوژیک در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌هرز کاهش یافت. به طوری که در کشت خالص چغندرقند علوفه‌ای و در شرایط تداخل علف‌های هرز، عملکرد بیولوژیک این گیاه به میزان ۸۱ درصد نسبت به شرایط عدم تداخل علف‌های هرز، کاهش یافت (جدول ۵). با توجه به اینکه در چغندر علوفه‌ای بخش قابل توجهی از سهم عملکرد بیولوژیک مرتبط با عملکرد ریشه است، لذا کاهش عملکرد بیولوژیک در نسبت‌های مختلف کاشت مخلوط و در شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز قابل انتظار است. مطالعه رجب و همکاران (۲۸) نشان داد که بازدهی کشت چغندر علوفه‌ای در شرایط اختلاط با جو، گندم و باقلا افزایش یافت.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز، مقدار نسبت برابری زمین در همه نسبت‌های مخلوط پنبه- چغندر علوفه‌ای کمتر از کشت خالص آن‌ها بود. بنابراین نسبت‌های مخلوط مورد مطالعه کارایی کمتری در استفاده از منابع نسبت به کشت خالص داشتند. کمترین نسبت برابری زمین در نسبت ۵۰:۵۰ از پنبه-چغندر علوفه‌ای در شرایط تداخل علف‌های هرز مشاهده شد که نسبت به کشت خالص هرکدام از اجزای مخلوط، ۵۳ درصد کارایی کمتری در بهره‌برداری از منابع نشان داد (جدول ۶). این مساله تایید می کند که کشت مخلوط پنبه-چغندر علوفه ای از سودمندی بسیار پایین برخوردار است.

کاهش عملکرد واقعی به‌عنوان شاخص کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کشت مخلوط نشان داد که در همه نسبت‌های کشت مخلوط، عملکرد واقعی نسبت به کشت خالص کاهش یافت و در شرایط تداخل علف‌های هرز این کاهش بیشتر از شرایط عدم تداخل آن‌ها بود. شاخص کاهش عملکرد واقعی جزئی نیز نشان داد که میزان کاهش عملکرد پنبه نسبت به چغندر علوفه‌ای در کشت مخلوط بیشتر بود (جدول ۶).

جدول ۶- شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط پنبه و چغندر علوفه‌ای تحت تأثیر تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز

Table 6- Advantage indices of cotton–fodder beet intercropping affected by interference and non-interference with weeds

تداخل علف‌هرز Weed interference	نسبت کشت مخلوط پنبه – چغندر علوفه‌ای Cotton-Fodder beet proportion (%)	نسبت برابری زمین برای پنبه LER_C	نسبت برابری زمین برای چغندر علوفه‌ای LER_B	نسبت برابری زمین کل LER	کاهش عملکرد واقعی پنبه AYL_C	کاهش عملکرد واقعی چغندر علوفه‌ای AYL_B	کاهش عملکرد واقعی کل AYL	مجموع ارزش نسبی پنبه RVT_C
عاری از علف‌هرز Weed free	100:0	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00
	75:25	0.49	0.09	0.60	-0.34	-0.62	-0.96	0.83
	50:50	0.19	0.41	0.60	-0.63	-0.18	-0.82	1.64
	25:75	0.04	0.67	0.71	-0.86	-0.11	-0.97	2.46
	0:100	-	1.00	1.00	-	-	-	3.77
آلوده به علف‌هرز Weed infest	100:0	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00
	75:25	0.51	0.7	0.58	-0.32	-0.71	-1.03	1.33
	50:50	0.18	0.29	0.47	-0.65	-0.43	-1.08	3.89
	25:75	0.05	0.72	0.77	-0.80	-0.04	-0.84	8.66
	0:100	-	1.00	1.00	-	-	-	12.30

LER_C: Land equivalent ratio for cotton, LER_B: Land equivalent ratio for fodder beet, LER: Total land equivalent ratio , AYL_C: Actual yield loss for cotton, AYL_B: Actual yield loss for fodder beet, AYL:Total actual yield loss, RVT_C: Relative value total for cotton

هر دو شاخص بیان‌شده از دیدگاه اکولوژیکی سودمندی کشت مخلوط را ارزیابی می‌کنند، اما شاخص مجموع ارزش نسبی بیان‌کننده وضعیت اقتصادی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هست. نتایج نشان داد که در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز (به‌جز نسبت مخلوط ۷۵:۲۵ از پنبه–چغندر علوفه‌ای) مجموع ارزش نسبی بیشتری برای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص پنبه مشاهده شد، به‌طوری‌که در نسبت مخلوط ۲۵:۷۵ از پنبه–چغندر علوفه‌ای، مقدار مجموع ارزش نسبی ۲/۵ برابر کشت خالص پنبه بود. همین نسبت در شرایط تداخل علف‌های هرز نشان‌دهنده مجموع ارزش نسبی ۸/۶ برابری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص پنبه بود (جدول ۶).

در شرایط این آزمایش، دو شاخص نسبت برابری زمین و کاهش عملکرد واقعی نشان از برتری کشت خالص نسبت به کشت مخلوط پنبه – چغندر علوفه‌ای داشت، ولی شاخص مجموع ارزش نسبی بیان‌کننده برتری مخلوط نسبت به کشت خالص بود. سعید و همکاران (۳۰) گزارش کردند که سامانه‌های مختلف کشت مخلوط بر پایه پنبه در پاکستان، موجب افزایش ۳۰ تا ۴۰ درصدی درآمد خالص مزرعه شدند.

کل سطح زیر کشت پنبه در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۷۹ هزار هکتار در کشور بوده است (۱). سطح زیر کشت پنبه در دهه ۵۰ عمدتاً بالاتر از ۳۰۰ هزار هکتار در کشور بود (۱۰)، اما پس از سال ۱۳۵۷ و خصوصاً در سال‌های اخیر به دلیل سیاست‌گذاری‌های نادرست در زمینه قیمت‌گذاری و همچنین محدودیت بودجه پنبه-کاران، سطح زیر کشت پنبه در کشور به‌شدت کاهش یافته است. پنبه به‌عنوان یک محصول با بازدهی اقتصادی پایین در بین کشاورزان مطرح هست (۳۷). به همین دلیل در سال‌های اخیر کشت مخلوط پنبه با سایر گیاهان زراعی به‌خصوص گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله تابستانه، در بین کشاورزان منطقه خراسان رضوی گسترش‌یافته است. نتایج این آزمایش نشان داد که کشت مخلوط پنبه با چغندر علوفه‌ای می‌تواند در کاهش ریسک قیمت پنبه و افزایش درآمد اقتصادی کشاورزان مؤثر باشد.

مقادیر شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط پنبه و چغندر علوفه‌ای در جدول (۷) نشان داده‌شده است. مقدار ضریب ازدحام نسبی نشان داد که در کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای، با توجه به اینکه مقادیر محاسبه شده برای این شاخص در همه نسبت های کشت مخلوط و نیز شرایط تداخل و عدم تداخل علف های هرز کمتر از یک بود، لذا نشان از کارایی کم کشت مخلوط در استفاده از منابع و نیز عدم سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از گیاهان می‌باشد (جدول ۷).

جدول ۷- شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط پنبه و چغندر علوفه‌ای تحت تأثیر تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز
Table 7- Competitive indices of cotton–fodder beet intercropping affected by interference and non-interference with weeds

تداخل علف‌هرز Weed interference	نسبت کشت مخلوط پنبه – چغندر علوفه‌ای Cotton-Fodder beet proportion (%)	ضریب ازدحام نسبی پنبه K_C	ضریب ازدحام نسبی چغندر علوفه‌ای K_B	ضریب ازدحام نسبی کل K	شاخص غالبیت A	نسبت رقابت پنبه CR_C	نسبت رقابت چغندر علوفه‌ای CR_B
عاری از علف‌هرز Weed free	25:75	0.20	0.07	0.015	0.28	1.87	0.58
	50:50	0.10	0.27	0.028	-0.45	0.49	2.23
	75:25	0.03	0.41	0.011	-0.75	0.17	6.63
آلوده به علف‌هرز Weed infest	25:75	0.22	0.05	0.012	0.39	3.89	0.46
	50:50	0.10	0.17	0.017	-0.22	0.63	1.93
	75:25	0.04	0.42	0.016	-0.76	0.23	7.89

K_C: Relative Crowding Coefficient for Cotton, K_B: Relative Crowding Coefficient for Fodder beet, K:Total Relative Crowding Coefficient ,A:Aggressivity, CR_C: Competitive Ratio for Cotton, CR_B: Competitive Ratio for Fodder beet

شاخص غالبیت نشان داد که در هر دو شرایط عدم تداخل و تداخل علف‌های هرز، در نسبت ۲۵:۷۵ از پنبه-چغندر علوفه‌ای، پنبه نسبت به چغندر علوفه‌ای غالبیت و یا چیرگی دارد اما در هر دو نسبت ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ از پنبه-چغندر علوفه‌ای، چیرگی متعلق به چغندر علوفه‌ای بود (جدول ۷). غالبیت در حالت‌های بیان‌شده با استفاده از شاخص نسبت رقابت نیز تائید شد. شاخص نسبت رقابت پنبه در کشت مخلوط نشان داد که در نسبت ۲۵:۷۵ از پنبه-چغندر علوفه‌ای، پنبه قدرت رقابتی ۱/۸ برابری نسبت به چغندر علوفه‌ای در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز و ۳/۹ برابری در شرایط تداخل علف‌های هرز دارد. در نسبت مساوی ۵۰:۵۰ از پنبه-چغندر علوفه‌ای، قدرت رقابتی چغندر علوفه‌ای دو برابر پنبه بود، و این شاخص در نسبت ۷۵:۲۵ از پنبه-چغندر علوفه‌ای، نشان‌دهنده قدرت رقابتی حداقل ۶/۶ برابری چغندر علوفه‌ای بود (جدول ۷). بطور کلی شاخص‌های رقابتی نشان دادند که چغندر علوفه‌ای نسبت به پنبه، در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز از قدرت رقابتی بالاتری برخوردار بود. این مساله احتمالاً به دلیل سرعت رشد بالاتر، عادت رشدی خوابیده، توانایی بالا در توسعه تاج‌پوش و پوشاندن سطح خاک چغندر علوفه‌ای نسبت به پنبه باشد.

بطور کلی مزایای کشت مخلوط تحت تاثیر ترکیب گیاهان موجود در مخلوط، تراکم گیاهی، نسبت اختلاط اجزای مخلوط و نیز الگوی کشت مخلوط (افزایشی یا جانشینی) قرار گیرد، و این مساله منجر به تفاوت در سودمندی کشت مخلوط گیاهان مختلف می‌شود (۱۲، ۱۳ و ۵). از جمله نتایج چوب فروش خوئی و همکاران (۶) در بررسی کشت مخلوط چغندرقند با گیاهان سویا و بادرشبو و ارزن، بیشترین سودمندی کشت مخلوط یا نسبت برابری زمین را به ترتیب در اختلاط با بادرشبو (*Deracocephalum moldavicia* L.) و سویا گزارش کردند. علی‌رغم نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر، نتایج بسیاری از مطالعات حاکی از برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، البته در نسبت‌های خاصی از اختلاط دو گیاه می‌باشد، از جمله مرادی و همکاران (۲۹) در ارزریابی کشت مخلوط جانشینی پنبه و ذرت نشان دادند که عملکرد اقتصادی دو گیاه در کشت خالص، بدلیل تراکم بوته بیشتر، بالاتر از مخلوط بود. با این‌حال کشت مخلوط از نظر شاخص کارایی مصرف نور نسبت به کشت خالص برتری داشت. خزائی (۱۷) نیز نشان داد که نسبت برابری زمین در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط چغندر–ذرت متفاوت است و بیشترین نسبت برابری زمین یا سودمندی کشت مخلوط در نسبت کاشت ۲۵:۷۵ (چغندرقند: ذرت) ۱/۰۹ و در نسبت کاشت ۲۵ : ۷۵ (چغندرقند: ذرت) ۱/۰۸ بدست آمد. در مطالعه‌ای دیگر نیز بیان شد که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، بدلیل اینکه مقادیر محاسبه شده برای ضریب ازدحام نسبی، بیشتر از یک بدست آمد، لذا کشت مخلوط ذرت–لوبیا در هر دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز، سودمندی داشت. بر اساس نتایج این محققین بیشترین سودمندی بر اساس ضریب ازدحام نسبی به تیمار کشت افزایشی ۴۰ درصد لوبیا در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز بدست آمد (۲۱). در کشت مخلوط ذرت، سورگوم و ارزن (*Pennisetum glaucum* L.) با بادام زمینی، بیشترین مقدار ضریب

ازدحام نسبی از کشت مخلوط ذرت با بادام زمینی بدست آمد، که نشانگر سودمندی این کشت مخلوط بود (۱۲).

همانطور که اشاره شد، نتایج بسیاری از پژوهش ها حاکی از برتری نسبی کشت مخلوط گیاهان نسبت به کشت خالص آنها می‌باشد، با این‌حال و بر اساس نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد قرارگیری دو گیاه چغندرعلوفه‌ای و پنبه در شرایط کشت مخلوط حداقل بصورت اختلاط جانشینی مورد استفاده در این پژوهش قابل توصیه نباشد. بر اساس شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط، وقوع رقابت شدید بر سر منابع مورد نیاز برای رشد بین دو گیاه، بویژه از سوی گیاه چغندرعلوفه‌ای، از دلایل اصلی و احتمالی کاهش شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای در این پژوهش شده است. شاید به همین دلیل هم هست که فشار وارده بر جمعیت علف‌های هرز در شرایط کشت مخلوط نیز، بدلیل درگیری شدید رقابتی بین اجزای مخلوط، نتوانست تاثیر معنی‌داری بر کنترل علف‌های هرز ایجاد کند.

نتیجه‌گیری

بطور کلی و بر اساس نتایج این پژوهش، با در نظر گرفتن اثرات کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه ای بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان پنبه و چغندر علوفه‌ای و نیز شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط و شاخص‌های رقابتی، کشت مخلوط پنبه–چغندر علوفه‌ای با الگوی اختلاط جانشینی فاقد سودمندی و لذا قابل توصیه نمی باشد. علی‌رغم این موضوع، این نظام کشت برای سال‌ها توسط کشاورزان مناطقی از استان خراسان رضوی (بویژه تربت جام) استفاده‌شده است و با شاخص‌های مدنظر آن‌ها، به‌ویژه شاخص‌های اقتصادی که در این پژوهش نیز بدان اشاره شد (مجموع ارزش نسبی)، کاملاً توجیه‌پذیر بوده است. لذا ادامه این پژوهش بویژه با سایر الگوهای کشت مخلوط، نظیر کشت مخلوط افزایشی، جالب توجه خواهد بود.

سپاسگزاری

هزینه‌های این پژوهش از محل اعتبارات طرح پژوهشی ۲/۳۰۴۹۵ و توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Ahmadi K., Ebadzadeh H.R., Abdeshah H., Kazemian A., and Rafiei M. 2018. Agricultural Statistics; 2016-17 growing season (Vol.1). Iranian Ministry of Agriculture. 116 Pp. (In Persian)
2. Akram Ghaderi F., Sirani S., Aghajari A.A.Gh., Sohrabi B., and Younesabadi M. 2006. Determination of the critical period of weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*) in Gorgan. Iranian Journal of Agricultural Science 37: 167-175. (In Persian with English abstract)
3. Banik P., Midya A., Sarkar B.K., and Ghose S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
4. Barati Mahmoodi H., Jami Alahmadi M., Rashed Mohassel M.H., Mahmoodi S., and Shikhzadeh N. 2012. The Effect of integrated weed management (chemical and mechanical) on density and dry weight of weed and introduction of new herbicide (envoke) in cotton (*Gossypium hirsutum*) field in Birjand region. Iranian Journal of Field Crops Research 9: 176-181. (In Persian with English abstract)
5. Buchanan G.A., and Burns E.R. 1970. Influence of weed competition on cotton. Weed Science 18: 149-154.
6. Choubforoush Khoei B., Amini R., Dabbagh Mohammadi Nasab A., and Raei Y. 2020. Effect of soybean, moldavian balm and proso millet intercropping on growth characteristics and yield of sugar beet (*Beta* vulgaris L.). Journal of Agricultural Science 30: 41-58. (In Persian with English abstract)
7. Dhima K.V., Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., and Dordas C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research 100: 249-256.
8. Doğan M.N., Jabran K., and Unay A. 2014. Integrated Weed Management in Cotton. Recent advances in weed management. Springer. 197-222 Pp.
9. Fathollahzadeh Dizaji R., and Mirshekari B. 2014. Additive intercropping of marigold (*Calendula officinalis*) and mungbean (*Vigna radiata*): a strategy for yield improvement and weeds control. Research in Field Crop Journal 1: 56-68. (In Persian with English abstract)
10. Food and Agriculture Organization (FAO). 2019. FAO Statistical. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at http://www.fao.org/faostat/en/#data.
11. Frison E.A., Cherfas J., and Hodgkin T. 2011. Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement

in food and nutrition security. Sustainability 3: 238–253.
12. Ghosh P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crop Research 88: 227-237.
13. Hauggaard-Nielsen H., Jørnsgaard B., Kinane J., and Jensen E.S. 2008. Grain legume-cereal intercropping: the practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. Renew. Agricultural Food Systems 23: 3–12.
14. Jamshidi K., Mazaheri D., Majnoun Hosseini N., Rahimian Mashhadi H., and Peyghambari A. 2011. Investigation of corn/cowpea intercropping effect on suppressing the weeds. Iranian Journal of Field Crop Science 42: 233-241. (In Persian with English abstract)
15. Jayakumar M., and Surendran U. 2017. Intercropping and balanced nutrient management for sustainable cotton production. Journal of Plant Nutrition 40: 632-644.
16. Kandhro M.N., Tunio S., Rajpar I., and Chachar Q. 2014. Allelopathic impact of sorghum and sunflower intercropping on weed management and yield enhancement in cotton. Sarhad Journal of Agricultural Science 30: 311–318.
17. Khazaie M. 2015. The study of maize and Sugar beet intercropping. Journal of Crops Improvement 16: 987-997. (In Persian with English abstract).
18. Koochaki A., Nasiri Mahalati M., Moradi R., and Alizadeh Y. 2015. Effect of different nitrogen levels on yield and nitrogen use efficiency in corn-cotton intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 13: 1-13. (In Persian with English abstract)
19. Liebman M., and Dyck E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological Applications 3: 92–122.
20. Littell R.C., Stroup W.W., Milliken G.A., Wolfinger R.D., and Schabenberger O. 2006. SAS for mixed models. SAS Institute.
21. Mansouri L., Jamshidi K., Rastgoo M., Saba J., and Mansouri H. 2013. The effect of additive maize-bean intercropping on yield, yield components and weeds control in zanjan climate conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 11: 483-492. (In Persian with English abstract)
22. Mardan poor F., Arian nia N., and Lorzadeh Sh. 2017 .Effect of intercropping of maize and bean on growth weeds control and yield plant in Gotvand area. Journal of Plant Production Sciences 7: 32-40. (In Persian with English abstract)
23. Mead R., and Wiley R.W. 1980. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantage in yields from intercropping. Experimental Agriculture 16: 217-228.
24. Mehni J., Mahdavi B., Azari A., Afkar S., and Hashemi S. 2020. Evaluation of yield and productivity indices of black cumin and fenugreek intercropping under weedy and weed-free conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 51: 73-87. (In Persian with English abstract)
25. Mohler C.L., and Liebman M. 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. Journal of Applied Ecology 24: 685-699.
26. Moradi R., Koocheki A., Nasiri Mahallati M. 2017.Evaluation of economical yield and radiation use efficiency of maize and cotton in sole and intercropping systems as affected by different levels of Nitrogen. Journal of Crop Production and Processing 7:47-59. (In Persian with English abstract)
27. Pannacci E., Lattanzi B., and Tei F. 2017. Non-chemical weed management strategies in minor crops: A review. Crop Protection 96: 44-58.
28. Rajab M.N., Salem A.K., and Abdel-Galil A.M. 2014. Increasing fodder beet productivity by intercropping with some field crops. Journal of Plant Production 5: 821-836.
29. Richardson R.J., Wilson H.P., and Hines T.E. 2007. Preemergence herbicides followed by Trifluxysulfuron postemergence in cotton. Weed Technology 21: 1-6.
30. Saeed M., Shahid M.R.M., Jabbar A., Ullah E., and Khan MB. 1999. Agro-economic measurement of different cotton based inter-relay cropping system in two geometrical patterns. International Journal of Agriculture and Biology 4: 234–237.
31. Salimi H., Bazoubandi M., and Fereidoonpour M. 2010. Investigating different methods of integrated weed management in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Journal of Crop Production 3: 187-197. (In Persian with English abstract).
32. Shetty S.V.R., and Rao A.N. 1981. Weed management studies in sorghum/pigeonpea and pearl millet/groundnut intercrop systems-some observations. Pp 238-248 in International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). Proceedings of the International Work- shop on Intercropping, 10-13 January 1979, Hyderabad, India. ICRISAT, Patencheru, India.
33. Singh S. 2014. Sustainable weed management in cotton. Haryana Journal of Agronomy 30: 1-14.
34. Vandermeer J.H. 1992. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press.
35. Weerarathne L.V.Y., Marambe B., and Chauhan B.S. 2016. Intercropping as an effective component of integrated weed management in tropical root and tuber crops: A review. Crop Protection 95: 89-100.

36. Xia J.Y., Wang J., Cui J.J., Leffelaar P.A., Rabbinge R., and van der Werf W. 2018. Development of a stage-structured process-based predator–prey model to analyse biological control of cotton aphid, *Aphis gossypii*, by the seven spot ladybeetle, *Coccinella septempunctata*, in cotton. Ecological Complexity 33: 11-30.
37. Yazdani S., Shahbazi H., and Kavoosi Kelashami M. 2011. Assessment of indirect production function and budget constraint in Khorasan provinces' cotton production. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 41: 425-433. (In Persian with English abstract).
38. Zand E., Baghestani M.A., Nezamabadi N., Shimi P., and Mousavi S.K. 2017. A Guide to Chemical Control of Weeds in Iran. Jahad e Daneshgahi Mashhad Press. 224 Pp. (In Persian)
39. Zhang L.Z., Van der Werf W., Zhang S.P., Li B., and Spiertz J.H.J. 2007. Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. Field Crops Research 103: 178-188.

Journal of Plant Protection
Vol. 35, No. 3, Fall 2021, P. 373-387

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۸۷-۳۷۳

Evaluation of Competitive Indices and Cultivation Efficiency of Cotton-Fodder Beet Intercropping under Weed Interference Conditions

M. Rastgoo[1]*– G.A. Asadi[2]– A. Dorpoor[3]– S. Rahimi[4]
Received: 27-09-2020
Accepted: 10-05-2021

Introduction: Intercropping involves growing more than one crop in the same field at the same time. Intercropping increase diversity in the cropping system and enhance the utilization of resources such as light, heat and water. This practice can also help to suppress weeds and increase the likelihood of being able to reduce herbicide use in the cropping system. Alternatively, in organic systems where herbicides are not used, intercropping can reduce the yield loss potential and provide stability in the system. In recent years, native cotton growers in Khorasan region, especially in Torbat-e Jam region, using the intercropping of cotton-fodder beet (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* L.), while facilitating the growth of fodder beet plant providing forage for livestock and increasing land income in the cotton crop. Placement of fodder beet plants in or between rows of cotton cultivation accelerates the conquest of space and resources compared to cotton monoculture. Little information is available on the cultivation of fodder beet - cotton intercropping and its effects on the yield of both plants, as well as the potential of this crop system in weed control. Therefore, this experiment was designed with the aim of the effect of cotton- fodder beet intercropping on weed control and evaluation of intercropping and competitive indices in Mashhad region.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of cotton-fodder beet intercropping on weed suppression, a split factorial experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at Ferdowsi University of Mashhad research farm. Treatments include intercropping pattern at two levels of inter-row and intra-row intercropping and the ratio of cotton-fodder beet substitution intercropping at five levels including 75: 25, 50: 50, 25: 75 and monoculture of cotton and fodder beet as the main factor and weed interference at two levels including weeding and non-weeding throughout the weed season as a secondary factor. Land equivalent ratio for cotton, land equivalent ratio for fodder beet, total land equivalent ratio , actual yield loss for cotton, actual yield loss for fodder beet, total actual yield loss, relative value total for cotton, relative crowding coefficient for cotton, relative crowding coefficient for fodder beet, total relative crowding coefficient, aggressivity, competitive ratio for cotton, and competitive ratio for fodder beet were the indices which calculated and used as a basis for the evaluation of cotton – fodder beet intercropping.

Analysis of variance was performed using generalized linear models through GLMMIX procedure in SAS 9.4 software environment. The effect of three factors: intercropping pattern, intercropping ratio and weed interference and their interaction with each other were considered as fixed effects and block and block effect, mixed intercropping pattern, intercropping ratio and total error were considered as random variables in the model. Comparison of means of the simple effects of factors and their interaction were performed using the least squares mean comparison method in the same procedure.

Results and Discussion: The results showed that the effect of intercropping pattern and intercropping proportion on total weed density was not significant, but was significant on total dry weight of weeds, although it was still not significant compared to monoculture of cotton. Accordingly, at a 25: 75 crop proportion of cotton - fodder beet, the dry weight of weeds was lower than other intercropping proportion. Also, the effect of intercropping pattern on both crop traits was not significant, but the ratio of intercropping on cotton and fodder beet traits was significant. In terms of interference or non-interference of weeds, at least 50% reduction in cotton lint yield and 83% reduction in fodder beet root yield was observed in intercropping conditions, compared to monoculture of each plant. The two indices of land equivalent ratio and actual yield loss showed the superiority of cotton monoculture over intercropping, but the relative value total index expressed the superiority of cotton-fodder beet intercropping over cotton monoculture. So that intercropping of cotton-fodder beet with a ratio of 75:25, in the presence and absence of weeds, the relative value total increased by 2.5 and 8.6 times, respectively, of cotton monoculture. Competitive indices including relative crowding coefficient, competition ratio and aggressivity index showed that fodder beet has higher competitive power than cotton. In general, the results of this experiment showed that cotton-beet forage intercropping, although it had no significant effect on weed

1, 2 and 3, 4- Associate Professors and Ph.D. Students of Weed Science, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: m.rastgoo@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/JPP.2021.32834.0

control, is still recommended in terms of mixed crop evaluation indicators.

Conclusion: In general, the results of this experiment showed that the cotton-fodder beet intercropping, as replacement pattern, had no significant effect on weed control, and considering that it was suitable only in terms of one of the evaluation indices (relative value total), it is not generally recommendable.

Keywords: Lint yield, Relative value total, Replacement series